

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 42 35 743 A 1

⑳ Aktenzeichen: P 42 35 743.8
㉑ Anmeldetag: 23. 10. 92
㉒ Offenlegungstag: 28. 4. 94

⑤ Int. Cl. 5:
H 01 J 65/00
H 01 J 61/067
H 01 J 61/30
H 01 J 61/35
// B 01 J 19/12, C 01 B
13/11

DE 42 35 743 A 1

㉓ Anmelder:
Heraeus Noblelight GmbH, 63801 Kleinostheim, DE

㉔ Vertreter:
Kühn, H., Pat.-Ass., 63450 Hanau

㉕ Erfinder:
Gellert, Bernd, Dr., Wettingen, CH

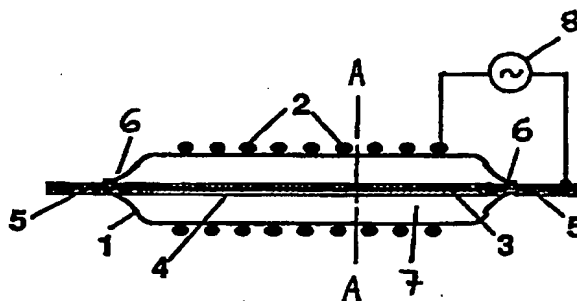
㉖ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 40 10 809 A1
DE 40 10 190 A1
EP 48 22 230 A1
EP 3 85 205 A1
EP 3 24 953 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ Hochleistungsstrahler

㉘ Um bei UV-Hochleistungsstrahlern dem Entladungsangriff ein Minimum an erosions- und korrosionsanfälliger Oberfläche zu bieten, weist der vorgeschlagene Strahler nur ein Dielektrikum in Form eines Quarzrohres (1) zwischen Außenelektrode (2) und Innenelektrode (3) auf. Diese ist zudem mit einer Schutzschicht (4) versehen. Das Quarzrohr (1) ist durch Quetschen mit der Innenelektrode (3) vakuumdicht verschlossen.
Ein derart aufgebauter Strahler ist wirtschaftlich herzustellen, lässt sich gut kühlen und weist eine hohe Lebensdauer auf.



.2

DE 42 35 743 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 94 408 017/176

7/41

TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung bezieht sich auf einen Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, mit einem Entladungsraum, der mit einem Füllgas gefüllt ist, das unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendet, wobei die Außenwand des Entladungsraums zumindest teilweise durch ein erstes, für die erzeugte Strahlung transparentes Dielektrikumsrohr gebildet ist, welches auf seiner dem Entladungsraum abgewandten Oberfläche mit metallischen gitter- oder netzförmigen Außenelektroden versehen ist, und mit einer zweiten in Rohrlängsrichtung verlaufenden Elektrode, die unmittelbar an den Entladungsraum angrenzt, und mit einer an die ersten und zweite Elektroden angeschlossenen Wechselstromquelle zur Speisung der Entladung.

Die Erfindung nimmt dabei Bezug auf einen Stand der Technik, wie er sich etwa aus der europäischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 0 254 111 ergibt.

TECHNOLOGISCHER HINTERGRUND UND STAND DER TECHNIK

Der industrielle Einsatz photochemischer Verfahren hängt stark von der Verfügbarkeit geeigneter UV-Quellen ab. Klassische UV-Strahler liefern niedrige bis mittlere UV-Intensitäten bei einigen diskreten Wellenlängen. Wirklich hohe UV-Leistungen erhält man nur aus Hochdrucklampen (Xe, Hg), die dann aber ihre Strahlung über einen größeren Wellenlängenbereich verteilen. Neue Excimer-Laser haben einige neue Wellenlängen für photochemische Grundlagenexperimente bereitgestellt, sind aber z.Zt. aus Kostengründen für industrielle Prozesse nur in Ausnahmefällen geeignet.

In der eingangs genannten EP-Patentanmeldung oder auch in der Firmenschrift der Anmelderin "Neue UV-Strahler für industrielle Anwendungen", Druckschrift CH-E 3.30833.0 D, einem Sonderdruck aus der Firmenzeitschrift "ABB TECHNIK" 3/91, S. 21—28, wird ein neuer Excimerstrahlertyp beschrieben. Dieser neue Strahler basiert auf der Grundlage, daß man Excimerstrahlung auch in stillen elektrischen Entladungen erzeugen kann, einem Entladungstyp, der in der Ozoneerzeugung großtechnisch eingesetzt wird. In den nur kurzzeitig (< 1 Mikrosekunde) vorhandenen Stromfilamenten dieser Entladung werden durch Elektronenstoß Edelgasatome angeregt, die zu angeregten Molekülkomplexen (Excimeren) weiterreagieren. Diese Excimere leben nur einige 100 Nanosekunden und geben beim Zerfall ihre Bindungsenergie in Form von UV-Strahlung ab.

Der Gasentladungsraum derartiger Strahler ist regelmäßig durch Quarzglaswände begrenzt. Aufgrund der Entladungen sind diese Wände Mikroentladungen und damit einem ständigen Bombardement durch Elektronen und Ionen ausgesetzt. So besteht die Gefahr, daß besonders bei Fehlstellenplätzen oder nicht mehrfach gebundenen Zuständen Bindungsbrüche ("Erosion") einsetzen. Diese Bindungsbrüche können beispielsweise bei XeCl-Strahlern zur Bildung von Cl-Si oder anderen Chlorverbindungen an der Quarzoberfläche führen. Darüber hinaus können sich auch flüchtige Fragmente bilden, die ihrerseits mit dem Chlor oder anderen Komponenten des Einsatzgases zu stabilen oder metastabilen Chlorverbindungen reagieren. In beiden Fällen ist die Folge eine Verminderung der Chlorkonzentration im Entladungsraum und damit eine Abweichung von der optimalen Zusammensetzung des Einsatzgases. Die UV-Intensität läßt nach, die Lebensdauer ist damit begrenzt.

Bei anderen Strahlertypen, die Halogene enthalten, gelten ähnliche Reaktionen. So wird Quarz unter den genannten Bedingungen von fluorhaltigen Gasen relativ rasch angegriffen.

Um die Lebensdauer derartiger Excimerstrahler zu verlängern, ist vorgeschlagen worden, Schutzschichten auf die dem Entladungsraum zugewandte Oberfläche des Quarzdielektrikums aufzubringen. Solche Schutzschichten können den Cl₂-Abbau während der Lebensdauer eines Strahlers reduzieren und dadurch die Lebensdauer verlängern. Allerdings müssen diese Schichten UV-transparent sein, wenn sie auf der Innenseite des durchlässigen Quarzes aufgetragen werden. Entsprechend wenige und komplizierte Schutzschichten kommen in Betracht.

Es ist nun allgemein bekannt, daß UV-Excimerstrahler der beschriebenen Art sich auch dann betreiben lassen, wenn nur ein Dielektrikum zwischen den beiden Elektroden angeordnet ist (vgl. EP 0 254 111 A1, dort Fig. 1 mit zugehörigem Text). Nachteilig dabei ist, daß dort das Elektrodenmetall direkt dem Entladungsangriff ausgesetzt ist.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Ausgehend vom Bekanntem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen UV-Excimerstrahler mit erhöhter Lebensdauer zu schaffen, der zudem einfach und wirtschaftlich herzustellen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die dem Entladungsraum zugewandten Oberfläche(n) der zweiten Elektrode(n) mit einer Schutzschicht versehen ist bzw. sind, und daß das Dielektrikumsrohr zumindest einseitig, vorzugsweise jedoch an beiden Enden durch Quetschen verschlossen ist.

Der Erfindung liegt dabei die Idee zugrunde, daß nur noch einfach zu beschichtende Teile dem Entladungsangriff ausgesetzt sind und dabei geringere Anforderungen an den Beschichtungsprozeß zu stellen sind, weil z. B. keine UV-transparenten Schutzschichten mehr nötig sind. Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß nunmehr beliebige, auch komplizierte Elektrodengeometrien wie Spiralen, stacheldrahtartige Gebilde etc. verwendet werden können.

Als Beschichtungsmaterial kommen neben Metalloxiden sogar Chloride oder Fluoride in Betracht, die konditioniert werden und dann abgesättigt mit Cl₂ sind und keine weiteren Cl₂-Verluste ausmachen, sondern u.U. sogar als Cl-Reservoir dienen können.

Vorzugsweise kommen dabei Fluoride, vorzugsweise LiF, MgF₂, CaF₂, BaF₂, Chloride, vorzugsweise BeCl₂, NgCl₂, in sehr dünnen Schichten auch Bromide, Alkali-Chloride, vorzugsweise LiCl, NaCl, hochreines SiO_x, Metall-Oxi-Chloride und Metalloxide, z. B. Al₂O₃, Si₃N₄ oder auch PTFE als Schutzschichtmaterialien in Frage.

Das Aufbringen der Schutzschicht erfolgt dabei vorteilhaft durch CVD- oder Plasma-CVD-Methoden (CVD = Chemical Vapor Deposition).

Besondere Ausgestaltungen der Erfindung und die damit erzielbaren weiteren Vorteile werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Hochleistungs-Excimerstrahlern in stark vereinfachter Form dargestellt. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Hochleistungs-Excimerstrahler mit beidseits abgequetschtem Quarzrohr;

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Strahler gemäß Fig. 1 längs deren Linie AA;

Fig. 3 eine Abwandlung des Strahlers gemäß Fig. 1 und 2 mit mehreren gleichmäßig verteilten Innenelektroden;

Fig. 4 eine Abwandlung des Strahlers gemäß Fig. 1 und 2 mit exzentrischer Anordnung der inneren Elektrode;

Fig. 5 eine weitere Abwandlung des Strahlers gemäß Fig. 1 und 2 mit mehreren nebeneinander angeordneten Innenelektroden.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Der in der Fig. 1 und 2 schematisch dargestellte UV-Hochleistungsstrahler besteht aus einem äußeren Dielektrikumsrohr 1, z. B. aus Quarzglas, das auf seiner Außenfläche mit einer Aussenelektrode 2 versehen ist. Die Außenelektrode besteht im Beispielsfall aus einem Drahtnetz oder Drahtgitter, kann aber auch eine UV-transparente Beschichtung, z. B. aus Indiumzinnoxid (ITO), sein.

Konzentrisch zum Quarzrohr 1 verläuft in Rohrlängsrichtung eine Innenelektrode 3 in Gestalt eines Metallstabes. Dieser ist im wesentlichen über seine gesamte Länge mit einer Schutzschicht 4 überzogen. Die Stabenden 5 — sie bilden auch die Anschlußarmaturen der Innenelektrode — können aus demselben Metall wie der restliche Stab oder einem anderen Metall bestehen. Wesentlich ist, daß es sich gut vakuumdicht mit Quarz verbinden läßt, wie z. B. bandförmiges Molybdän. Dann nämlich gestaltet sich der vakuumdichte Abschluß des Innenraums des Quarzrohres 1 gegenüber dem Außenraum sehr einfach, weil die in der Elektronenröhrenproduktion gängigen Quetschtechniken zur vakuumdichten Verbindung zwischen den abgequetschten Enden 6 des Quarzrohres 1 und den Stabenden 5 angewandt werden können. Eine weitere Möglichkeit sieht vor, das Abquetschen nur an einem Ende durchzuführen, während das andere Ende durch konventionelle Mittel, z. B. einem Deckel, verschlossen wird.

Der Ringraum zwischen dem Quarzrohre 1 und Stab 3 bildet den Entladungsraum 7 des Strahlers. Der Entladungsraum 7 ist vorgängig mit einem Gas oder Gasgemisch gefüllt worden, das unter Einfluß stiller elektrischer Entladungen UV oder VUV-Strahlung aussendet.

Die Außenelektrode 2 und die Innenelektrode 3 sind an die beiden Pole einer Wechselstromquelle 8 geführt. Die Wechselstromquelle entspricht grundsätzlich jenen, wie sie zur Anspeisung von Ozonerzeugern verwendet werden. Typisch liefert sie eine einstellbare Wechselspannung in der Größenordnung von mehreren 100 Volt bis 20000 Volt bei Frequenzen im Bereich des technischen Wechselstroms bis hin zu einigen 1000 kHz — abhängig von der Elektrodengeometrie, Druck im Entladungsraum 4 und Zusammensetzung des Füllgases.

Das Füllgas ist, z. B. Quecksilber, Edelgas, Edelgas-Metaldampf-Gemisch, Edelgas-Halogen-Gemisch, gegebenenfalls unter Verwendung eines zusätzlichen weiteren Edelgases, vorzugsweise Ar, He, Ne, als Puffergas.

Je nach gewünschter spektraler Zusammensetzung der Strahlung kann dabei eine Substanz/Substanzgemisch gemäß nachfolgender Tabelle Verwendung finden:

	Füllgas	Strahlung
	Helium	60—100 nm
	Neon	80—90 nm
5	Argon	107—165 nm
	Argon + Fluor	180—200 nm
	Argon + Chlor	165—190 nm
	Argon + Krypton + Chlor	165—190, 200—240 nm
10	Xenon	160—190 nm
	Stickstoff	337—415 nm
	Krypton	124, 140—160 nm
	Krypton + Fluor	240—255 nm
	Krypton + Chlor	200—240 nm
15	Quecksilber	185, 254, 320—370, 390—420 nm
	Selen	196, 204, 206 nm
	Deuterium	150—250 nm
	Xenon + Fluor	340—360 nm, 400—550 nm
20	Xenon + Chlor	300—320 nm

Daneben kommen eine ganze Reihe weiterer Füllgase in Frage:

- 25 — Ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) oder Hg mit einem Gas bzw. Dampf aus F_2 , J_2 , Br_2 , Cl_2 oder eine Verbindung, die in der Entladung ein oder mehrere Atome F, J, Br oder Cl abspaltet;
 — ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) oder Hg mit O_2 oder einer Verbindung, die in der Entladung ein oder mehrere O-Atome abspaltet;
 — ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) mit Hg.

30 In der sich bildenden stillen elektrischen Entladung (silent discharge) kann die Elektronenenergieverteilung durch Dicke der Dielektrika und deren Eigenschaften Druck und/oder Temperatur im Entladungsraum 7 optimal eingestellt werden.

Bei Anliegen einer Wechselspannung zwischen den Elektroden 2 und 3 bildet sich eine Vielzahl von Entladungskanälen (Teilentladungen) im Entladungsraum 7 aus. Diese treten mit den Atomen/Molekülen des Füllgases in Wechselwirkung, was schlußendlich zur UV oder VUV-Strahlung führt.

35 Die dem Entladungsraum zugewandten Oberflächen der Innenelektrode 3 sind mit einer Schutzschicht 4 versehen mit einer Dicke von typisch 10 μm . Diese besteht vorzugsweise aus einem Metalloxid, z. B. Lanthanoxid.

Neben Metalloxiden kommen verschiedene andere Schutzschichtmaterialien wie Fluoride, z. B. LiF , CaF_2 , BaF_2 , Chloride, z. B. $AgCl$, $BeCl_2$, $MgCl_2$, Alkali-Chloride, z. B. $LiCl$, $NaCl$, hochreines SiO_2 , Metall-Oxi-Chloride und Metalloxide, z. B. Al_2O_3 , Si_3N_4 oder auch PTFE mit Schichtdicken zwischen 0,1 μm und 100 μm in Frage.

Die Beschichtung 4 der Innenelektrode 3 kann auch dielektrischer Art sein, z. B. in Form einer Emailschiicht.

Das Aufbringen der Schutzschicht erfolgt dabei vorteilhaft durch CVD- oder Plasma-CVD-Methoden (CVD = Chemical Vapor Deposition), einem Verfahren, wie es beispielsweise in der US-Patentschrift 4,436,762 zur Erzeugung von Schutzschichten in Glasgefäßen von Beleuchtungskörpern etc. beschrieben ist.

45 UV-Excimerstrahler werden regelmäßig mit einem flüssigen Kühlmittel gekühlt. Bei der Erfindung kann diese Kühlung beispielsweise dadurch erfolgen, daß die Innenelektrode mit einem Kühlkanal 9 (Fig. 2) versehen ist, z. B. ein Metallrohr ist, durch das ein Kühlmittel hindurchgeleitet werden kann.

Ohne den durch die Erfindung gesteckten Rahmen zu verlassen, sind eine Reihe von Ausführungsvarianten möglich, die in den Fig. 3 bis 5 schematisch verdeutlicht sind.

50 So besteht die Möglichkeit, im Inneren der Dielektrikumsrohre 1 mehrere mit Schutzschichten 4 versehene Elektroden 3 anzuordnen und diese gemeinsam endseitig mit dem äußeren Dielektrikumsrohr 1 abzuquetschen. Neben einer gleichmäßigen Verteilung, wie sie Fig. 3 zeigt, können auch mehrere Innenelektroden 3 nebeneinander angeordnet sein, um z. B. spezielle Ausleuchtungen zu erreichen. Diese können entweder allesamt und gleichzeitig an eine Wechselstromquelle angeschlossen sein, oder sie können zur Anpassung an den Prozeß zu verschiedener Zeit und/oder mit unterschiedlichen Spannungen betrieben werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, eine oder mehrere Innenelektroden exzentrisch im Innenraum des Dielektrikumsrohres 1 anzuordnen (Fig. 4), um spezielle Effekte (Fokussierung etc.) zu erzeugen.

60 Da beim Erfindungsgegenstand nur eine "Außenbeschichtung" vorgesehen sein muß, sind neben einfacheren Herstellungsmethoden auch nahezu beliebige Elektrodenformen möglich. Von besonderem Vorteil könnten sich spezielle Elektrodenformen erweisen, die sich nicht oder nur sehr schwierig aus Quarz herstellen lassen. Spiralen oder stacheldrahtartige Gebilde oder ähnliche Anordnungen könnten Einfluß auf die Verteilung der Mikroentladungen und das Zündverhalten haben, so daß sich bestimmte Intensitätsprofile erzeugen ließen oder die Zündspannung reduziert würde. Hohle Innenelektroden aus Metall mit einem dünnen Schutzüberzug lassen sich 65 wesentlich besser kühlen als millimeterdicke Quarzrohre. Schließlich bedeutet der Verzicht auf ein inneres Quarzrohr eine beträchtliche Kostenersparnis. Da sich weniger Quarzoberfläche dem Gasgemisch und der Entladung bietet, wird allein dadurch die Lebensdauer des Strahlers heraufgesetzt.

Bezeichnungsliste

1	äußeres Dielektrikumsrohr	
2	Außenelektrode	
3	stabförmige Innenelektrode	5
4	Schutzschicht auf 3	
5	Enden von 3	
6	abgequetschtes Ende von 1	
7	Entladungsraum	
8	Wechselstromquelle	10
9	Kühlkanal in 3	

Patentansprüche

1. Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, mit einem Entladungsraum (7), der mit einem Füllgas gefüllt ist, das unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendet, wobei die Außenwand des Entladungsraums zumindest teilweise durch ein erstes, für die erzeugte Strahlung transparentes Dielektrikumsrohr (1) gebildet ist, welches auf seiner dem Entladungsraum (7) abgewandten Oberfläche mit metallischen gitter- oder netzförmigen Außenelektroden (2) versehen ist, und mit mindestens einer zweiten in Rohrlängsrichtung verlaufenden Elektrode (3), die unmittelbar an den Entladungsraum (7) angrenzt, und mit einer an die ersten und zweite Elektroden angeschlossenen Wechselstromquelle (8) zur Speisung der Entladung, daß die dem Entladungsraum (7) zugewandten Oberfläche der zweiten Elektrode mit einer Schutzschicht (4) versehen ist bzw. sind, und daß das Dielektrikumsrohr (1) zumindest an einem, vorzugsweise jedoch an beiden Enden (6) durch Quetschen verschlossen ist. 15
2. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (4) im wesentlichen aus Fluoriden, vorzugsweise LiF, MgF₂, CaF₂, BaF₂, Chloriden, vorzugsweise AgCl, BeCl₂, MgCl₂, Alkali-Chloriden, vorzugsweise LiCl, NaCl, hochreinem SiO_x, Metall-Oxi-Chlorid, Metalloxid, vorzugsweise Al₂O₃, Si₃N₄, oder PTFE besteht, mit einer Schichtdicke zwischen 0,1 µm und 100 µm. 20
3. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzschichtmaterial durch CVD-oder Plasma-CVD-Methoden aufgebracht ist. 25
4. Hochleistungsstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Innenelektroden (3) exzentrisch im Dielektrikumsrohr (1) angeordnet sind. 30
5. Hochleistungsstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Innenelektroden (3) regelmäßig verteilt im Dielektrikumsrohr (1) angeordnet sind. 35
6. Hochleistungsstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere nebeneinanderliegende Innenelektroden (3) im Dielektrikumsrohr (1) angeordnet sind. 35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

